

[First Hit](#)[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)

Generate Collection

Print

L15: Entry 13 of 25

File: JPAB

Mar 25, 1997

PUB-NO: JP409078127A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09078127 A

TITLE: PRODUCTION OF HIGH STRENGTH AND HIGH TOUGHNESS AXIAL PARTS FOR MECHANICAL STRUCTURE

PUBN-DATE: March 25, 1997.

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

MATSUMURA, KOJI

KUREBAYASHI, YUTAKA

NAKAMURA, SADAYUKI

INT-CL (IPC): [C21 D 8/00](#); [C21 D 9/28](#); [C22 C 38/00](#); [C22 C 38/32](#); [C22 C 38/60](#)

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce axial parts for mechanical structures excellent in fatigue characteristics and toughness by subjecting a steel contg. specified amount of C, Mn, Cr, B, Ti and Al and in which the contents of Si, P, S and O are regulated to cold working and induction hardening to control its hardness.

SOLUTION: A steel for induction hardening having a compsn. contg., by weight, 0.30 to 0.55% C, $\leq 0.15\%$ Si, 0.20 to 1.50% Mn, 0.05 to 0.30% Cr, 0.0005 to 0.0035% B, 0.01 to 0.05% Ti, 0.01 to 0.06% Al, $\leq 0.030\%$ P, $\leq 0.035\%$ S and $\leq 0.0020\%$ O and furthermore contg. prescribed amounts of Pb, Bi, Te, Ca, Nb, Ta, Hf and Zr is subjected to hot rolling to regulate its structure into a ferritic-pearlitic one. This hot rolled steel is subjected to cold working to harden the whole body or a part to 220 to 300 HV hardness. Furthermore, this worked product is subjected to induction hardening to regulate its surface to the hardening ratio (t)/R=0.4 to 0.7 ((t) denotes the depth of the hardened layer to 50% martensite hardness and R denotes the radius of the parts).

COPYRIGHT: (C)1997, JPO

[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-78127

(43) 公開日 平成9年(1997)3月25日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 D 8/00		9270-4K	C 2 1 D 8/00	B
9/28			9/28	A
C 2 2 C 38/00	3 0 1		C 2 2 C 38/00	3 0 1 A
38/32			38/32	
38/60			38/60	

審査請求 未請求 請求項の数6 書面 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-267580

(22) 出願日 平成7年(1995)9月11日

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72) 発明者 松村 康志

愛知県東海市加木屋町南庭持18

(72) 発明者 紅林 豊

愛知県半田市宮本町5丁目217番地の1

(72) 発明者 中村 貞行

三重県三重郡朝日町大字柿3094

(54) 【発明の名称】 高強度高靱性機械構造用軸状部品の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 冷間加工および高周波焼入を適用し、疲労特性および靱性に著しく優れた高強度高靱性機械構造用軸状部品の製造方法を提供する。

【解決手段】 C、Si、Mn、Cr、B、Ti、Al、P、S、O、N、Pb、Bi、Te、Ca、Nb、Ta、Hf、Zrを特定した鋼を用いて機械構造用軸状部品の製造する際、熱間圧延でフェライト・パーライト組織に調整し、全体あるいは一部を冷間加工で硬さ220～300HVに硬化させ、さらに表面を硬化層比 $t/R=0.4\sim0.7$ (t :有効硬化層深さ、 R :部品半径)に高周波焼入れすることを特徴する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、C : 0.30~0.55%、Si : 0.15%以下、Mn : 0.20~1.50%、Cr : 0.05~0.30%、B : 0.0005~0.0035%、Ti : 0.01~0.05%、Al : 0.01~0.06%、P : 0.030%以下、S : 0.035%以下、O : 0.0020%以下、を含有する高周波焼入用鋼を用いて機械構造用軸状部品を製造する際、熱間圧延でフェライト・パーライト組織に調整し、全体あるいは一部を冷間加工で硬さ220~300HVに硬化させ、さらに表面を硬化層比 $t/R=0.4\sim0.7$ (t : 50%マルテンサイト硬さまでの硬化層深さ、 R : 部品半径) に高周波焼入することを特徴とする機械構造用軸状部品の製造方法。

【請求項2】 請求項1のPを0.015%以下に規制したことを特徴とする機械構造用軸状部品の製造方法。

【請求項3】 請求項1又は2のSを0.010%以下に規制したことを特徴とする機械構造用軸状部品の製造方法。

【請求項4】 請求項1ないし3のNを0.010%以下に規制したことを特徴とする機械構造用軸状部品の製造方法。

【請求項5】 重量%で、Pb : 0.01~0.20%、Bi : 0.01~0.20%、Te : 0.005~0.10%、Ca : 0.0003~0.010%の1種または2種以上を含有する高周波焼入用鋼を用いることを特徴とした請求項1ないし4の機械構造用軸状部品の製造方法。

【請求項6】 重量%で、Nb : 0.01~0.30%、Ta : 0.01~0.30%、Hf : 0.01~0.30%、Zr : 0.01~0.30%の1種または2種以上を含有する高周波焼入用鋼を用いることを特徴とした請求項1ないし5の機械構造用軸状部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、機械構造用鋼を素材とする軸状部品であるスピンドル、ジョイント、シャフトなどの製造方法に関するもので、特に疲労特性および靱性に優れた機械構造用軸状部品の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 機械構造用軸状部品であるスピンドル、ジョイント、シャフト類などは、疲労強度に優れていることが要求されるため、所定形状に製作後、高周波焼入処理が施されることが多い。このように、高周波焼入処理により最終品質を得るための機械構造用鋼としては、C : 0.40~0.60%を含有する中炭素鋼が一般的に用いられ、熱間加工により所定の形状に製作されてきた。ただし、熱間加工だけでは寸法精度が悪く、その後

の切削加工が必要とされるため、最近では、材料歩留りおよび寸法精度に優れた冷間加工が採用されてるようになってきている。一方、この冷間加工において、JIS中炭素鋼の圧延ままでは変形抵抗が高く冷間加工工具寿命が問題となるため、冷間加工性を向上させるため、焼なましおよび球状化焼なましを施さなければならないため、経済的に問題となっている。

【0003】 また、近年、自動車などの燃費低減、排ガス低減を目的とする軽量化、またエンジンの高出力化にともなう機械構造用部品の高強度化が望まれるようになってきている。高周波焼入される機械構造用部品の疲労強度を向上させる手法として、硬化層深さ、表層硬さおよび心部硬さを増加させる方法が知られている。硬化層深さを増加させるためには、高周波焼入の加熱時間を長くする必要があるが、長時間加熱をすると、結晶粒の粗大化、表面圧縮残留応力の減少、表面硬さの低下により疲労強度が低下するという問題がある。このため、合金元素添加により焼入性を高め、硬化層深さを深くすることは可能であるが、素材の強度が上昇し、冷間加工などに問題が生じる。また、表層硬さを上げるためには、C含有量を高くすることが望ましいが、冷間加工などに問題が生じる。さらに、心部硬さを上げるためには合金元素添加が有効であるが、非常に高価な鋼材になり、素材の強度が上昇し冷間加工性などに問題が生じる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上述した従来の問題点に着目し、冷間加工および高周波焼入を適用し、上述したような問題を生じることなく、疲労特性および靱性に著しく優れた高強度高靱性機械構造用軸状部品の製造方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明による機械構造用軸状部品の製造方法は、重量%で、C : 0.30~0.55%、Si : 0.15%以下、Mn : 0.20~1.50%、Cr : 0.05~0.30%、B : 0.005~0.0035%、Ti : 0.01~0.05%、Al : 0.01~0.06%、P : 0.030%以下、S : 0.035%以下、O : 0.0020%以下、残部Feおよび不純物よりなり、冷間加工性向上のため望ましくはP : 0.015%以下、S : 0.010%以下、N : 0.010%以下に規制し、被削性を向上させるために必要に応じてPb : 0.01~0.20%、Bi : 0.01~0.20%、Te : 0.005~0.10%、Ca : 0.0003~0.010%の1種または2種以上を添加し、結晶粒微細化のために必要に応じてNb : 0.01~0.30%、Ta : 0.01~0.30%、Hf : 0.01~0.30%、Zr : 0.01~0.30%の1種または2種以上を添加した鋼を用いて機械構造用軸状部品を製造する際、熱間圧延でフェライト・パーライト組織に調整し、全体あるいは一部を冷間加工で

10

20

30

40

50

3

硬さ220~300HVに硬化させ、さらに表面を硬化層比 $t/R=0.4\sim0.7$ (t :有効硬化層深さ、 R :部品半径)に高周波焼入れすることとを特徴としており、この方法を実施することにより希望する部分が得られる。

【0006】

【作用】本発明による機械構造用軸状部品の製造方法において素材として用いられる高周波焼入れ用鋼は、Si含有量を減少させることによって冷間加工性を良好なものとし、焼入性を増加させ高周波焼入れ深さを十分確保でき、さらに高周波焼入れ部の靱性を向上させるためBを添加し、さらに、結晶粒の粗大化傾向をAl添加により阻止するようにしたものである。そして、この高周波焼入れ用鋼を熱間圧延により冷間加工性および靱性に優れたフェライト・パーライト組織に調整し、冷間加工により心部硬さを220~300HVに硬化させ、さらに表面を高周波焼入れにより最適な硬化層深さとなるように処理を行うことにより、疲労特性および靱性に著しく優れた機械構造用軸状部品の製造することが可能となった。以下、本発明による機械構造用部品の製造方法において素材として用いられる高周波焼入れ用鋼の成分範囲の限定理由について説明する。

【0007】C:0.30~0.55%

Cは機械構造用部品の強度を確保するために必要な元素であり、特に高周波焼入れによって十分な表面硬さを得るためには0.30%以上の含有を必要とする。しかし、多すぎると高周波焼入れ時に焼き割れを生じやすくなるので0.55%以下に限定した。

【0008】Si:0.15%以下

Siは溶製時の脱酸剤として含有される量であるが冷間加工性を劣化させるので、冷間加工性を向上させるために0.15%以下に限定した。

【0009】Mn:0.20~1.50%

Mnは溶製時の脱硫剤として作用する元素であり、また焼入性を向上させる元素であり、0.20%未満では、高周波焼入れにより十分な硬化層深さが得られないため製品の疲労特性が著しく劣化してしまう。また、1.50%を超えるとSiと同様に冷間加工性が劣化してしまう。このために、0.20~1.50%とした。

【0010】Cr:0.05%~0.30%

Crは焼入性を向上させる元素であり、高周波焼入れによって十分な硬化層深さを得るために0.05%以上を添加する必要がある。しかし、多すぎると高周波焼入れ時に焼き割れを生じやすくなるので0.30%以下に限定した。

【0011】B:0.0005~0.0035%

Bは必要な高周波焼入れ深さを確保するために添加し、さらに高周波焼入れ部のマルテンサイトの靱性の向上させる元素でもあり、このような効果を得るためには0.0005%以上含有させることが必要である。しかし、量の

4

増大とともにその効果は飽和し、熱間加工性の低下という弊害が出てくるので、0.0035%以下とした。

【0012】Ti:0.01~0.05%

TiはNを固定し、B添加による焼入性の向上を確保するために添加する元素であり、このような効果を得るためには0.01%以上含有させることが必要である。しかし、多すぎると靱性の低下をきたすので0.05%以下に限定した。

【0013】Al:0.01~0.06%

Alは脱酸に必要な元素であるが、さらにNを固定しB添加による結晶粒の粗大化傾向を防ぎ、B添加鋼の高周波焼入れ時において結晶粒を微細化し、強度を向上させるとともに、高周波焼入れ後のひずみを著しく小さくするのに有効な元素であり、このような効果を得るために0.01%以上含有させた。しかし、多すぎるとかえって結晶粒が粗大化し、鋼の靱性を低下させるので0.06%以下に限定した。

【0014】P:0.030%以下

P含有量が多すぎると靱性を害すると共に、冷間加工性を劣化させるので、0.030%以下、より望ましくは0.015%以下に規制するのがよい。

【0015】S:0.035%以下

S含有量が多すぎると冷間加工性を劣化させるので0.035%以下、より望ましくは0.010%以下に規制するのがよい。しかし、S含有量が低すぎると被削性を低下させるので、後記する被削性向上元素を添加しない場合は、冷間加工性を劣化させない程度に含有させる必要があり、0.005~0.020の範囲に規制することが望ましい。

【0016】N:0.010%以下

N含有量が多すぎると変形抵抗が増大して冷間加工性を低下させるので、0.010%以下に規制することが望ましい。

【0017】O:0.0020%以下

O含有量が多すぎると鋼中の介在物量を増大させ冷間加工性を低下させるので、0.0020%以下に規制することが望ましい。

【0018】Pb:0.01~0.20%、Bi:0.01~0.20%、Te:0.005~0.10%、Ca:0.0003~0.010%の1種以上

Pb、Bi、TeおよびCaは被削性を向上させるのに有効な元素であり、冷間加工性を向上させるためにS含有量をかなり抑制したときの被削性低下を補うのに有効であるので、必要に応じて上記の範囲で適宜添加するのもよい。

【0019】Nb:0.01~0.30%、Ta:0.01~0.30%、Hf:0.01~0.30%、Zr:0.01~0.30%の1種以上

Nb、Ta、Hf、Zrは結晶粒を微細化して靱性を向上させるのに寄与する元素であるので、必要に応じて上

記範囲で添加するのよい。

【0020】心部硬さおよび硬化層比：本発明は、上記のような化学成分組成の鋼を素材とするが、冷間加工しやすいように硬さの低い素材を用いている。しかし、この状態であると、心部硬さ不足のため高周波焼入処理を施しても、十分な疲労強度は得られない。そこで、冷間押し出し、転造等の冷間加工を利用し素材を硬化させ、心部硬さを増加させることにより、疲労強度の向上を図ることが可能であるが、このとき、220HV未満であると心部硬さが低いため希望する疲労強度が得られない。また、300HVを超えるまで冷間加工すると冷間押し出しおよび転造時等の工具寿命が問題となるため、220～300HVに硬化させる必要がある。さらに、この後、高周波焼入処理を行うが、50%マルテンサイト硬さまでの硬化層深さ t と部品半径 R との比である硬化層比 t/R が0.4未満であると十分な疲労強度が得られない。また、0.7を超えても圧縮残留応力が低下するため、疲労強度の増加は飽和する。これより、 $t/R=0.4\sim0.7$ に高周波焼入する必要がある。

【0021】

【実施例】本発明の効果を実施例を用いて説明する。表1に示す化学成分の鋼を溶製した後、分塊圧延および製品圧延を行って直径40mmの圧延材を製造した。次いで、前記圧延材を素材として冷間押し出しにより冷間加工し、一部は円周切欠き(1mmRノッチ、深さ1mm)を有する衝撃試験片(切欠き底直径15mm)を作成した。また、一部は両端を転造によるセレーション加工し、ねじり試験片(平行部直径25mm)を作成した。その際、冷間押し出し時の工具寿命を調査した。工具寿命*

*は従来鋼(No. 15)を1とした。続いて、作成した衝撃試験片を表2に示す条件で高周波焼入処理を行い、衝撃試験を行い衝撃値を求めた。さらに、ねじり試験片を表3に示す条件で高周波焼入処理を行い、ねじり疲労試験を行った。ねじり疲労試験は2Hzの正弦波トルクを負荷し、繰返し破断回数 2×10^5 でのトルク値をねじり疲労強度とした。以上の結果を表4、5に示す。

【0022】本発明法による試料はいずれも高い疲労強度および衝撃値を示すことがわかる。比較例10では素材のC含有量が少ないため工具寿命は優れてるが、高周波焼入後の表層硬さが低いため十分なねじり疲労強度が得られない。比較例11では素材のMn含有量が少なく、高周波焼入深さが不十分で、硬化層比 t/R が0.4以下であるためねじり疲労強度が低くなっている。比較例12では素材のMn含有量は十分であり高周波焼入深さは十分であるが、硬化層比 t/R が0.7以上となり、表層圧縮残留応力が低下しねじり疲労強度も低下している。さらに、Mn含有量が多いため工具寿命も低下している。比較例13では素材のSi含有量が多いため工具寿命が低下しており、さらに高周波焼入材の衝撃値が低下している。比較例14では素材のC含有量が多いため、高周波焼入材の衝撃値が低くなっている。比較例15、16はJIS規格S40C、S48Cに相当する鋼であるが、冷間加工することによりねじり疲労強度が向上するが、十分な硬化層深さが得られず、本発明による試料に比べねじり疲労強度および衝撃値は低下している。

【0023】

【表1】

No.	区分	化学成分 (重量%)											備考
		C	Si	Mn	P	S	Cr	B	Ti	Al	N	その他	
1	本 発 明 法	0.31	0.10	0.40	0.018	0.020	0.08	0.0020	0.03	0.030	0.012	-	-
2		0.33	0.08	0.77	0.019	0.022	0.09	0.0018	0.02	0.031	0.006	-	-
3		0.34	0.09	1.21	0.009	0.007	0.09	0.0018	0.03	0.032	0.014	Pb 0.05	-
4		0.41	0.10	0.51	0.020	0.019	0.11	0.0017	0.02	0.031	0.008	-	-
5		0.40	0.07	0.74	0.007	0.019	0.09	0.0015	0.03	0.030	0.007	Re 0.03	-
6		0.43	0.08	1.12	0.006	0.006	0.10	0.0017	0.04	0.035	0.009	Te 0.03	-
7		0.51	0.10	0.42	0.025	0.018	0.09	0.0020	0.03	0.033	0.007	-	-
8		0.50	0.06	0.73	0.018	0.021	0.12	0.0019	0.03	0.029	0.012	Bi 0.04	-
9		0.52	0.07	1.25	0.007	0.022	0.11	0.0018	0.03	0.028	0.006	Zr 0.04	-
10	比 較 例	0.25	0.07	0.74	0.021	0.020	0.10	0.0019	0.03	0.010	0.009	-	-
11		0.40	0.06	0.11	0.022	0.022	0.11	0.0017	0.04	0.030	0.007	-	-
12		0.41	0.08	2.01	0.019	0.019	0.09	0.0019	0.02	0.010	0.009	-	-
13		0.50	0.26	0.75	0.021	0.017	0.09	0.0017	0.03	0.012	0.008	-	-
14		0.62	0.07	0.71	0.019	0.021	0.61	0.0018	0.03	0.021	0.009	-	-
15		0.40	0.25	0.75	0.022	0.024	0.08	-	-	0.021	0.012	-	S40C
16		0.48	0.23	0.74	0.021	0.020	0.09	-	-	0.019	0.011	-	S48C

【0024】

※ ※【表2】

(5)

特開平9-78127

高周波焼入条件	周波数 (kHz)	表面加熱温度 (℃)	送り速度 (mm/sec)
A	30	1000	20
B	30	1000	15
C	30	1000	7

【0025】

* * 【表3】

高周波焼入条件	周波数 (kHz)	表面加熱温度 (℃)	送り速度 (mm/sec)
A	10	1000	20
B	10	1000	12
C	10	1000	6

【0026】

※ ※ 【表4】

No.	工具寿命比	高周波焼入 条件	ねじり疲労試験片					備考
			表面硬さ (HV)	心部硬さ (HV)	硬化層比	表面γ結晶粒度 (No.)	ねじり疲労強度 (MPa)	
1	0.82	B	610	250	0.48	9.4	751	—
		C	601	255	0.55	8.4	748	—
2	0.85	B	614	271	0.51	9.2	751	—
3	0.87	B	620	270	0.55	9.0	735	—
4	0.85	B	652	283	0.56	9.0	800	—
		C	653	284	0.60	8.6	811	—
5	0.89	B	660	279	0.69	9.5	793	—
		C	653	276	0.65	9.6	790	—
6	0.91	A	663	280	0.45	9.0	815	—
		B	650	280	0.65	9.1	810	—
7	0.92	A	712	290	0.49	9.2	892	—
8	1.00	B	715	284	0.69	9.1	880	—
9	1.08	A	718	291	0.52	9.4	895	—
10	0.78	C	512	251	0.41	9.9	600	—
11	0.82	A	670	289	0.32	9.4	712	—
12	1.12	A	671	285	0.53	9.1	791	—
		C	661	512	1.00	9.0	712	—
13	1.17	C	710	284	0.50	9.1	771	—
14	1.15	B	748	296	0.70	9.6	876	—
15	1.00	C	652	305	0.51	6.5	757	—
	—	C	651	204	0.53	6.7	702	冷間加工なし
16	1.15	C	719	310	0.55	6.2	825	—
	—	C	709	210	0.58	6.8	770	冷間加工なし

【0027】

★ ★ 【表5】

No.	高周波焼入 条件	衝撃試験片					備考
		表面硬さ (HV)	心部硬さ (HV)	硬化層比	表面 γ 結晶粒度 (No.)	衝撃値 (J/cm ²)	
1	B	605	281	0.50	9.2	68.0	—
2	B	601	251	0.52	9.3	67.1	—
	C	608	257	0.62	9.1	60.1	—
3	B	610	271	0.55	9.4	65.4	—
4	B	660	281	0.52	9.0	53.1	—
5	B	671	279	0.61	9.2	55.0	—
6	A	662	281	0.48	9.1	57.5	—
7	A	713	291	0.51	9.0	29.1	—
8	A	721	295	0.53	9.4	27.9	—
9	A	720	290	0.61	9.1	25.2	—
10	A	501	251	0.25	9.2	70.1	—
11	A	671	284	0.37	9.3	63.5	—
12	A	663	288	0.49	9.1	50.1	—
	C	671	495	1	9.0	40.1	—
13	C	715	283	0.51	7.0	19.1	—
14	B	751	298	0.75	9.2	5.1	—
15	C	661	305	0.52	6.0	15.3	—
	C	655	210	0.55	6.7	10.4	冷間加工なし
16	C	725	315	0.54	5.9	10.1	—
	C	710	215	0.57	6.0	8.9	冷間加工なし

【0028】

20*び靱性に著しく優れた高強度高靱性機械構造用軸状部品

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明では、冷間加工および高周波焼入を適用し、疲労特性および製造が可能であり、該部品としてはスピンドル、ジョイントおよびシャフト類などに最適である。